

NONPROVISIONAL PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400
Facsimile: (703) 836-2787

Attorney Docket No.: 107629

Date: October 18, 2000

BOX PATENT APPLICATION

**NONPROVISIONAL APPLICATION TRANSMITTAL
RULE §1.53(b)**

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

Transmitted herewith for filing under 37 C.F.R. §1.53(b) is the nonprovisional patent application

For (Title): EXPOSURE METHOD AND APPARATUS, AND METHOD OF FABRICATING A DEVICE

By (Inventors): Naomasa SHIRAISHI

- ☒ Formal drawings (Figs. 1-7; 7 sheets) are attached.
☐ A Declaration and Power of Attorney is filed herewith.
☐ An assignment of the invention to _____ is filed herewith.
☐ An Information Disclosure Statement is filed herewith.
☐ Entitlement to small entity status is hereby asserted.
☐ A Preliminary Amendment is filed herewith.
☐ Please amend the specification by inserting before the first line the sentence --This nonprovisional application claims the benefit of U.S. Provisional Application No. _____, filed _____.--
☒ Priority of foreign application No. JP 11-299331 filed October 21, 1999 in Japan is claimed (35 U.S.C. §119).
☐ A certified copy of the above corresponding foreign application(s) is filed herewith.
☒ The filing fee is calculated below:

**CLAIMS IN THE APPLICATION AFTER ENTRY OF
ANY PRELIMINARY AMENDMENT NOTED ABOVE**

FOR:	NO. FILED	NO. EXTRA
BASIC FEE		
TOTAL CLAIMS	15 - 20	= 0*
INDEP CLAIMS	1 - 3	= 0*
<input type="checkbox"/> MULTIPLE DEPENDENT CLAIMS PRESENTED		

* If the difference is less than zero, enter "0".

- ☒ Check No. 112888 in the amount of \$710.00 to cover the filing fee is attached. Except as otherwise noted herein, the Director is hereby authorized to charge any other fees that may be required to complete this filing, or to credit any overpayment, to Deposit Account No. 15-0461. Two duplicate copies of this sheet are attached.

SMALL ENTITY

RATE	FEE
	\$ 355
x 9 =	\$
x 40 =	\$
+ 135 =	\$
TOTAL	\$

OR
OR
OR
OR
OR
OR

**OTHER THAN A
SMALL ENTITY**

RATE	FEE
	\$ 710
x 18	\$ -----
x 80	\$ -----
+ 270	\$ -----
TOTAL	\$ 710

Respectfully submitted,

Thomas A. Olliff

James A. Olliff
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini
Registration No. 30,411

JAO:TJP/cmm

Inventor Information

Inventor One Given Name:: Naomasa
Family Name:: SHIRAISHI
Name Suffix::
City of Residence::
State or Prov. of Residence::
Country of Residence:: Japan
Inventor Two Given Name::
Family Name::
Name Suffix::
City of Residence::
State or Prov. of Residence::
Country of Residence::
Inventor Three Given Name::
Family Name::
Name Suffix::
City of Residence::
State or Prov. of Residence::
Country of Residence::
Inventor Four Given Name::
Family Name::
Name Suffix::
City of Residence::
State or Prov. of Residence::
Country of Residence::
Inventor Five Given Name ::
Family Name::
Name Suffix::
City of Residence::
State or Prov. of Residence::
Country of Residence::

Correspondence Information

Name Line One:: Oliff & Berridge PLC
Address Line One:: P.O. Box 19928
City:: Alexandria
State or Province:: VA
Postal or Zip Code:: 22320
Telephone:: (703) 836-6400
Fax:: (703) 836-2787
Electronic Mail:: commcenter@oliff.com

Application Information

Title Line One:: EXPOSURE METHOD AND APPARATUS, AND
Title Line Two:: METHOD OF FABRICATING A DEVICE
Title Line Three::
Title Line Four::

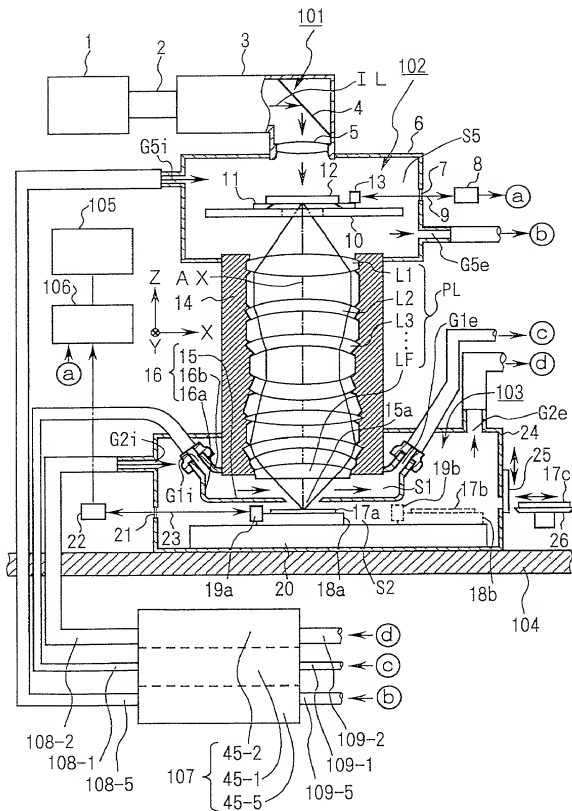
003101-16506960

09690591 701600

```
>This application is a::
Application One::
Filing Date::
Patent Number::
which is a::
>>Application Two::
Filing Date::
Patent Number::
```

```
Foreign Application One::      JP 11-299331
Filing Date::                 October 21, 1999
Country::                     Japan
Priority Claimed::             yes
Foreign Application Two::
Filing Date::
Country::
Priority Claimed::
Foreign Application Three::
Filing Date::
Country::
Priority Claimed::
```

Fig.1



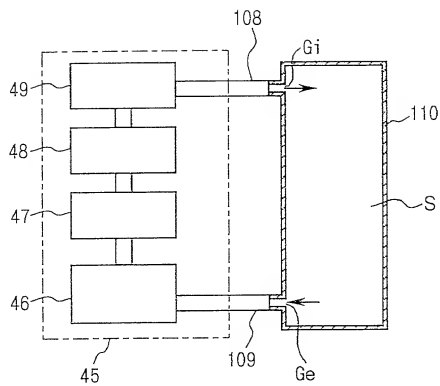


Fig.2

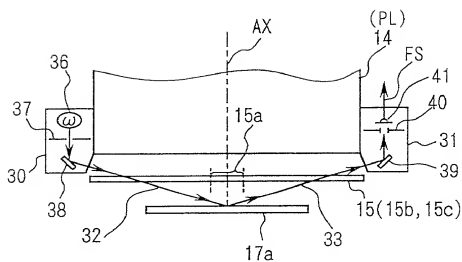


Fig.3A

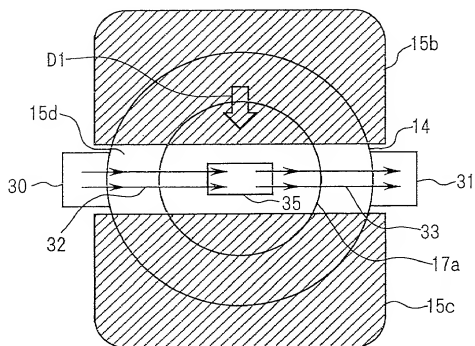


Fig.3B

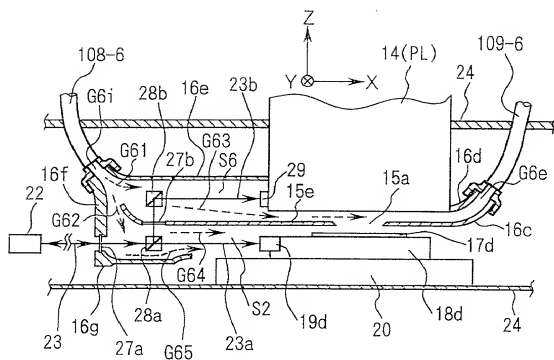


Fig.4A

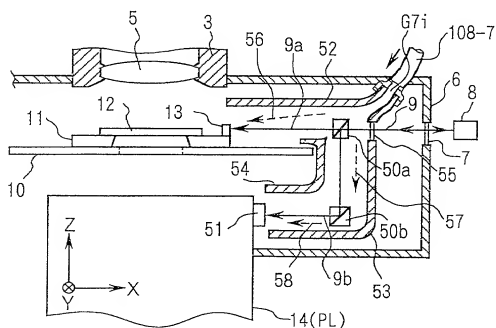


Fig.4B

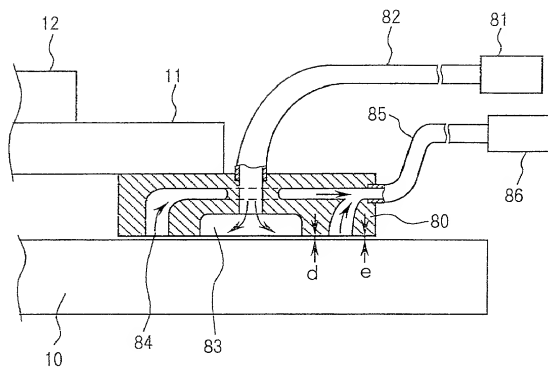


Fig.5

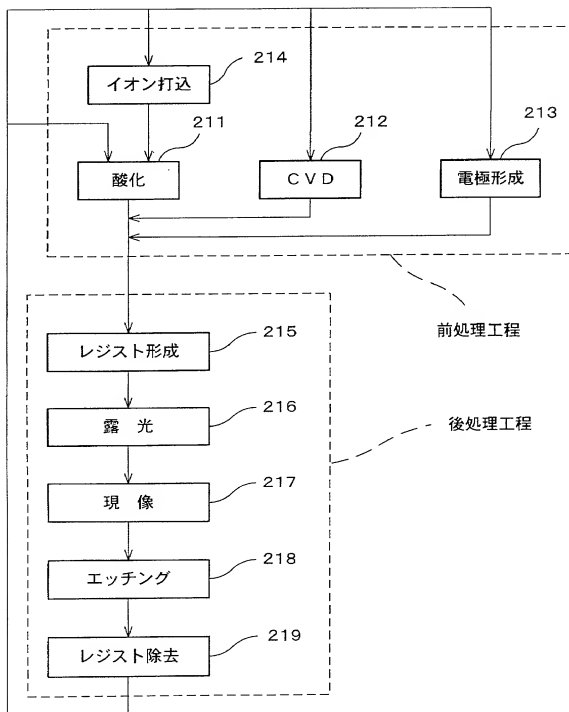


Fig.7

露光方法及び装置、並びにデバイス製造方法

INCORPORATION BY REFERENCE

The disclosure of the following priority application is incorporated herein by reference:

Japanese Patent Application NO.11-299331 filed October 21,1999.

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of The Invention

本発明は、例えば半導体集積回路、撮像素子（ＣＣＤ等）、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程で使用される露光方法及び露光装置に関する。

2. Description of The Related Art

半導体集積回路、又は液晶ディスプレイ等の電子デバイスの微細パターンを形成するためのリソグラフィ工程で、マスクとしてのレチクルの原版パターンを被露光基板としてのウエハ（又はガラスプレート等）上に転写する際にステッパー等の投影露光装置が使用される。この投影露光装置においては、電子デバイスの一層の微細化に対応して解像度を高めるために、露光波長がより短波長側にシフトして来ている。現在、露光波長はＫｒＦエキシマレーザの２４８ｎｍが主流となっているが、より短波長の波長２００ｎｍ程度以下の真空紫外域の光も使用されつつある。即ち、ＡｒＦエキシマレーザの１９３ｎｍは実用化段階に入りつつあり、更に短波長のＦ２レーザ（波長１５７ｎｍ）や、Ａｒ２レーザ（波長１２６ｎｍ）等を露光光として使用する投影露光装置の開発も行われている。

また、投影光学系の開口数（ＮＡ）を大きくすることによっても解

像度を向上できるため、投影光学系のより一層の大N A化も行われている。この場合、投影光学系の露光視野（露光フィールド）が小さい方が大N A化に有利であるため、投影光学系自体の視野を小さくする一方で、露光中に、レチクルとウエハとを相対走査して実質的に大視野を確保するステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の露光装置も実用化されている。

特に、走査露光型の露光装置では、レチクル及びウエハを載置する各ステージを高精度に駆動する必要があるため、これらのステージの支持方式としては、エアフローで浮上させて支持することにより、移動時の摩擦を低減したエアベアリング方式が採用されている。

最近では露光光として真空紫外光が使用されようとしているが、真空紫外光に対して実用的な透過率を備え、レンズやレチクルとして使用可能な光学材料は、合成石英、フッ素等をドープした石英、及び螢石（ CaF_2 ）、フッ化マグネシウム（ MgF_2 ）、フッ化リチウム（ LiF ）等の結晶等に限定される。また、真空紫外光は光路上の酸素、水蒸気、及び炭化水素ガス等の気体（以下、「吸収性ガス」と称する。）による吸収も極めて大きいと共に、真空紫外光と反応して光学部材の表面に曇り物質を生ずる気化した有機物等も「吸収性ガス」とみなすことができる。従って、露光光の光路からそれらの吸収性ガスを排除するために、窒素や希ガス等の真空紫外光に対して吸収の少ない気体（以下、「透過性ガス」と称する。）でその光路上の気体を置換する必要がある。例えば、酸素の濃度に関しては、光路中の平均濃度を、ppmオーダー程度に抑える必要がある。吸収性ガスの残留濃度の規格が、上記のような規格を満たさない場合には、ウエハ上での露光エネルギーが著しく低下して、露光時間を長くする必要があるため、スループットが低下することになる。

ところで、露光装置はウエハを順次交換して、それらのウエハ上に微細パターンを転写していくため、露光光路が含まれる空間内と外部のウエハが搬送される空間との間で頻繁にウエハの出し入れ（交換）

を行う必要がある。そして、そのウエハの交換に際しては、酸素、水蒸気等の吸収性ガスが搬入されるウエハと共に流入したり、気化し易い有機物等がウエハに吸着されて搬入されて来る。また、ウエハ上に塗布されたフォトレジスト自体も、炭化水素ガス等（脱ガス）を放出するので、ウエハ近傍の雰囲気については、光路中の吸収性ガスの濃度を所定の値以下に保つことは、容易なことではない。

また、真空紫外光を露光光とする露光装置でも、ウエハステージ及びレチクルステージの支持方式として、従来のエアークラディング方式を採用した場合、それらのステージを浮上させるためには、大量の気体が必要である。この結果として、それらのステージが設置されるウエハの近傍及びレチクルの近傍の雰囲気中に、浮上用の気体が流入する恐れがある。その浮上用の気体が通常の空気のように吸収性ガスであると、その雰囲気の透過率が低下してしまう。そこで、浮上用の気体としても高純度の透過性ガスを使用することが望ましい。しかしながら、比較的大量に使用する浮上用の気体中の吸収性ガスを常時所定の濃度以下に抑制するには、ランニングコストが増大するという問題がある。

更に、露光装置のウエハステージやレチクルステージは、通常レーザー干渉計によって高精度に位置計測が行われている。レーザー干渉計は移動鏡と固定鏡とにそれぞれレーザービームを照射して、その固定鏡を基準として移動鏡（可動ステージ）の位置を計測する。この場合にも、露光光の光路上に透過性ガスを供給する際に、そのレーザー干渉計の計測精度を向上するためには、その透過性ガスの供給に伴うレーザービームの光路上の気体の揺らぎの影響をできるだけ小さくすることが望ましい。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は斯かる点に鑑み、露光光として真空紫外光を使用する場合でも、光路上での透過率の低下を抑制して、高い露光強度の得られる

露光方法及び装置を提供することを第1の目的とする。

更に本発明は、レチクルやウエハを移動するステージの支持方式としてエアベアリング方式を採用した場合に、露光光として真空紫外光を使用しても、運転コストをあまり増大させることなく、光路上での透過率の低下を抑制できる露光方法及び装置を提供することを第2の目的とする。

また、本発明は、レチクルやウエハを移動するステージの位置をレーザ干渉計によって計測する場合に、露光光として真空紫外光を使用しても、そのレーザ干渉計の計測精度を低下させることなく露光光に対する透過率の低下を抑制できる露光方法及び装置を提供することを第3の目的とする。

また、本発明は、露光光として真空紫外光を使用したような場合でも、レチクル又はウエハの位置を正確に検出できる露光方法及び装置を提供することを第4の目的とする。

また、本発明はそのような露光方法を用いて高いスループットでデバイスを量産できるデバイス製造方法を提供することをも目的とする。

本発明による第1の露光方法は、第1物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第2物体を露光する露光方法において、その投影系とその第2物体との間の空間をその投影系側の第1の空間とその第2物体側の第2の空間とに分けて、この第1及び第2の空間の境界部の少なくともその露光ビームが通過する領域に開口部を設け、その第1の空間側にその露光ビームを透過する第1の気体を提供し、その第1の気体は、その第2の空間側の第2の気体に比べてその露光ビームを吸収する不純物の混入率が低いものである。

斯かる本発明によれば、その不純物の種類は、その露光ビームの波長に応じて変化するものである。そして、その第2物体の近傍の空間は、その第2物体の交換時の不純物の混入や、その第2物体自体に付着している不純物等によって透過率が低下し易い傾向がある。これに

の参照部材に対するその第 1 物体又はその第 2 物体の位置を計測し、その計測用ビーム及びその参照ビームの光路を互いにその露光ビームを吸収する不純物の混入率が同程度の気体の雰囲気にするものである。

斯かる本発明によれば、そのステージの近傍のその露光ビームの光路上にその露光ビームを透過する気体を供給するに際して、計測用ビーム及び参照ビームの光路に供給される気体の屈折率の揺らぎが同程度になるため、計測精度が高く維持される。

また、本発明による第 4 の露光方法は、第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第 2 物体を露光する露光方法において、その投影系とその第 2 物体との間の空間をその投影系側の第 1 の空間とその第 2 物体側の第 2 の空間とに分けて、該第 1 及び第 2 の空間の境界部のうち、少なくともその露光ビームが通過する領域に開口部を設け、その第 1 の空間にその露光ビームを透過する気体を送風し、その露光ビームを照射することにより発生するその第 2 物体からの物質を、その第 1 の空間で送風されるその気体を介して、その露光ビームの光路中から排出するものである。

斯かる本発明によれば、露光時にその第 2 物体から発生する脱ガス等の不純物がその第 1 の気体によって効率的に排出されるため、露光ビームの透過率が高く維持される。しかも、その脱ガス物質の化学反応によって生じる曇り物質の、その投影系の先玉（最も第 2 物体に近いレンズ）への付着も防止されるため、露光ビームの透過率は常時高く維持される。

また、本発明による第 5 の露光方法は、第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第 2 物体を露光する露光方法において、その投影系とその第 2 物体との間の空間をその投影系側の第 1 の空間とその第 2 物体側の第 2 の空間とに分けて、この第 1 及び第 2 の空間の境界部のうち、その第 1 物体又はその第 2 物体の位置を検出するための検出ビームが通過する領域に開口を設け、その第 1 の空間

にその露光ビームが透過する気体を供給するものである。

斯かる本発明によれば、その投影系側の第1の空間にその露光ビームを透過する気体を効率的に供給できると共に、その開口を通してその検出ビームをその第2物体に照射できる。従って、その第2物体の位置を正確に検出できる。

また、本発明による第6の露光方法は、第1物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第2物体を露光する露光方法において、その投影系とその第2物体との間の空間をその投影系側の第1の空間とその第2物体側の第2の空間とに分け、その第1の空間の不純物の混入率を、その第2の空間の不純物の混入率より低くしたものである。斯かる本発明によれば、第1の露光方法と同様に運転コストを低く抑えて、露光ビームの透過率を高く維持できる。

次に、本発明による第1の露光装置は、第1物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第2物体を露光する露光装置において、その投影系とその第2物体との間に配置されて、その露光ビームを通過させるための開口が形成された開口板と、この開口板とその投影系との間の第1の空間にその露光ビームを透過する第1の気体を供給する第1の気体供給機構と、その開口板とその第2物体との間の第2の空間に供給されてその露光ビームを透過すると共に、その第1の気体に比べてその露光ビームを吸収する不純物の混入率が異なる第2の気体の環境を制御する環境制御機構とを有するものである。

また、本発明による第2の露光装置は、第1物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第2物体を露光する露光装置において、その第1物体又はその第2物体を保持してベース部材上を移動するステージと、このステージを囲む空間を実質的に密閉するチャンバと、このチャンバ内にその露光ビームを透過する第3の気体を供給する気体供給装置と、そのステージをそのベース部材上に第4の気体の噴射とこの第4の気体の吸引とによって差動排気型で浮上させるエアベアリング装置とを有し、その第4の気体のその露光ビームに

対する吸収率の許容度をその第3の気体よりも高く設定するものである。

また、本発明による第３の露光装置は、第１物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第２物体を露光する露光装置において、その第１物体又はその第２物体と共に移動するステージと、その投影系に対して静止している参照部材と、そのステージ及びその参照部材にそれぞれ計測用ビーム及び参照ビームを照射して、その参照部材に対するその第１物体又はその第２物体の位置を計測する干渉計と、その計測用ビーム及びその参照ビームの光路に互いにその露光ビームを吸収する不純物の混入率が同程度の気体を供給する気体供給装置とを有するものである。

また、本発明による第４の露光装置は、第１物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第２物体を露光する露光装置において、その投影系とその第２物体との間に配置されて、その第１物体又はその第２物体の位置を検出するための検出ビームを通過させるための開口が形成された開口板と、その開口板とその投影系との間の第１の空間にその露光ビームを透過する第１の気体を供給する第１の気体供給機構とを有するものである。

斯かる各露光装置によって本発明の各露光方法が実施できる。

なお、本発明における第 1、第 2、第 3 の気体としては、窒素ガス若しくは希ガス（ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、セシオン、若しくはラドン）、又は窒素ガス若しくは希ガスの混合ガスが使用できる。更に第 1、第 2、第 3 の気体としては、互いに同じ気体を使用してもよく、又は互いに異なる気体を使用してもよい。一方、本発明の第 4 の気体は、ステージをベース部材上に浮上させるための浮上用の気体であるため、その第 1、第 2、第 3 の気体とは異なり、乾燥空気のような露光ビームに対する透過率は低いが低コストの気体を使用できる。

また、本発明における開口板は、開口として貫通孔を形成した構成、

第 2 物体上に転写できる。

また、本発明の各露光装置によって本発明の露光方法が使用できると共に、本発明のデバイスの製造方法によれば、露光ビームの強度を高く維持できるため、各種デバイスの製造工程でのスループットを高くできる。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

In the accompanying drawings;

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態の投影露光装置を示す一部を切り欠いた構成図；

図 2 は、図 1 中のガス純化装置 4 5 - 1 , 4 5 - 2 , 4 5 - 5 を代表するガス純化装置 4 5 、及び対応する空間 S を示す一部を切り欠いた構成図；

図 3 A は、第 1 の実施の形態におけるオートフォーカスセンサの配置の別の例を示す要部の図；

図 3 B は、図 3 A の投影光学系 P L の底面側の送風板 1 5 b , 1 5 c を示す平面図；

図 4 A は、本発明の第 2 の実施の形態のウエハ干渉計の構成を示す一部を切り欠いた図；

図 4 B は、第 2 の実施の形態のレチクル干渉計の構成を示す一部を切り欠いた図；

図 5 は、図 1 の実施の形態のレチクルステージの差動排気型のエアーベリング機構の要部を示す一部を切り欠いた拡大図；

図 6 は、本発明に係るデバイス製造方法の実施形態を説明するためのフローチャート；

図 7 は、図 6 のステップ 2 0 4 における処理を示すフローチャート。

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

以下、本発明の第 1 の実施の形態につき図 1 ～ 図 3 を参照して説明

する。

図1は本例の投影露光装置を示し、この図1において、露光光源1として発振波長157nmのフッ素レーザ(F2レーザ)が使用されている。但し、露光光源1としては、波長146nmのクリプトンダイマーレーザ(Kr2レーザ)又は波長126nmのアルゴンダイマーレーザ(Ar2レーザ)等の他の真空紫外域の光を発生する光源を使用できる。露光光源1は、波長157nmのレーザ光よりなる露光光ILを発する。この露光光ILは、ビームマッチングユニット(BMU)2及び照明光学系101を介してマスクとしてのレチクル12を照明し、レチクル12上の照明領域内のパターンの像が、投影系としての投影光学系PLによって倍率 β (β は例えば1/4, 1/5, 1/6等)で露光対象の基板としてのウエハ(wafer)17a上に投影される。半導体デバイス用のウエハ17a上には感光材料としてのフォトリソグが塗布されており、レチクル12及びウエハ17aが本発明の第1物体及び第2物体に対応している。

本例のレチクル12からウエハ17aまでの光路を含む露光本体部は、例えば半導体製造工場の床104上に載置され、露光光源1は実際には例えばその床104の階下の機械室に設置されている。以下、投影光学系PLの光軸AXに平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面(ほぼ水平面に合致している)内で図1の紙面に平行にX軸を取り、図1の紙面に垂直にY軸を取って説明する。

本例の照明光学系101は、BMU2からの露光ビームとしての露光光ILより多数の光源像を形成する不図示のオブティカル・インテグレート(ホモジナイザー)と、不図示のリレーレンズ系と、不図示の開口絞り及び視野絞りと、光路折り曲げ用のミラー4と、コンデンサレンズ5等とを備え、照明光学系101は、気密性の高い箱状の照明系チャンバ3で覆われる。照明系チャンバ3の内部には、露光ビームを透過する気体に対応する上記真空紫外域の光束に対して吸収性の低い気体、即ち窒素ガス又は希ガス(ヘリウム、ネオン、アルゴン、

クリプトン、キセノン、若しくはラドン）が満たされている。また、照明系チャンバ3内の気体は、コンデンサレンズ5によって、後述のレチクル12を収納するレチクル室6内の気体と隔離されている。

なお、本例のように露光光源1としてフッ素レーザを使用する場合、フッ素レーザの157.52nmと157.63nmとの2本の発振波長のうち、露光光路に混入しやすい不純物ガス（例えば酸素、水蒸気等）による吸収の小さい方の波長を、露光波長として選択する。これは、不純物ガスの吸収による照度低下を防止する点から有利である。また、窒素ガスは露光光ILの波長が150nm程度以下になると吸収が発生するため、露光波長が150nm程度以下のときには、露光光に対して吸収性の低い気体（露光ビームを透過する気体）としては希ガスを使用することが望ましい。更に、希ガスの内でも、ヘリウムガスは熱伝導率が高く（ネオンの3倍程度、かつ窒素ガスの6倍程度）温度安定性に優れ、気圧の変化に対する屈折率の変動量が小さく（ネオンの1/2程度、かつ窒素ガスの1/8程度）、結像特性が安定であるという利点がある。そこで、例えば運転コストよりも結像特性の安定性が重視されるような用途ではヘリウムガスを使用することが望ましい。

次に、レチクル12は不図示のレチクルホルダ上に真空吸着等によって保持され、そのレチクルホルダはレチクルステージ11上に固定され、レチクルステージ11はレチクルベース10上に、X方向に所定速度で走査可能に、かつX方向、Y方向、回転方向に同期誤差を補正するように微動可能に載置されている。不図示のレチクルホルダ、レチクルステージ11、及びレチクルベース10等よりレチクルステージ系102が構成され、レチクル12及びレチクルステージ系102を囲む空間S5は、気密性の高い箱状のレチクル室6で覆われている。より具体的に、照明光学系101のコンデンサレンズ5と投影光学系PLの最もレチクル側のレンズ系L1との間の露光光ILの光路がレチクル室6によって囲まれている。

レチクル室 6 内の空間 S 5 も、上記の真空紫外域の光束に対して吸収性の低いヘリウム等の気体で満たされている。即ち、レチクル室 6 内の気体はほぼ連続的に、排気口 G 5 e 及び排気管 1 0 9 - 5 を介してガス純化装置 4 5 - 5（詳細後述）に回収され、ガス純化装置 4 5 - 5 から露光ビームを透過する高純度の気体がほぼ連続的に、給気管 1 0 8 - 5 及び給気口 G 5 i を介してレチクル室 6 内に供給される。給気口 G 5 i と排気口 G 5 e とはレチクルステージ系 1 0 2 を挟んで対向するように、かつ給気口 G 5 i よりも排気口 G 5 e の位置が低くなるように配置されている。

また、レチクルステージ 1 1 の端部に固定された移動鏡 1 3 に、レチクル室 6 の窓部 7 を介してレチクル干渉計の計測部 8 より計測用のレーザビーム 9 が照射される。そして、計測部 8 は、投影光学系 P L に対して固定された不図示の固定鏡（参照鏡）を基準として移動鏡 1 3（レチクルステージ 1 1）の X 座標、Y 座標、回転角（ヨーイング量）、ピッチング量、及びローリング量を計測し、計測値をステージ制御系 1 0 6、及び装置全体の動作を統轄制御する主制御系 1 0 5 に供給している。ステージ制御系 1 0 6 は、その計測値及び主制御系 1 0 5 からの制御情報に基づいて不図示のリニアモータ等の駆動部を介してレチクルステージ 1 1 の動作を制御する。

レチクル 1 2 を透過した光束は投影光学系 P L によって集光され、ウエハ 1 7 a 上にレチクルパターン像を形成する。本例の投影光学系 P L は、鏡筒 1 4 内にレチクル側から順にレンズ L 1、L 2、L 3 … L F を配置して構成されており、レンズ L 1 とレンズ L F との間の露光光 I L の光路は鏡筒 1 4 によって実質的に密閉されている。そして、その鏡筒 1 4 内の各レンズ間の空間もヘリウム等の露光光 I L を透過する気体で満たされている。この気体は、常時フローしていることが望ましい。また、レンズ L 1 ~ L F の光学材料としては、蛍石（C a F₂）、フッ化マグネシウム（M g F₂）、フッ化リチウム（L i F）、又はフッ素や水素等の物質をドーブした石英ガラス等の真空紫外光

2 i 及び排気口 G 2 e からの気体の給気及び排気を制御することにより、ウエハ室 2 4 内の空間の環境が制御される。

また、ウエハステージ 1 8 a の端部に固定された移動鏡 1 9 a に、ウエハ室 2 4 の窓部 2 1 を介してウエハ干渉計の計測部 2 2 より計測用のレーザービーム 2 3 が照射され、計測部 2 2 は、投影光学系 P L に対して固定された不図示の固定鏡を基準として移動鏡 1 9 a (ウエハステージ 1 8 a) の X 座標、Y 座標、回転角 (ヨーイング量)、ピッチング量、及びローリング量を計測し、計測値をステージ制御系 1 0 6、及び主制御系 1 0 5 に供給している。ステージ制御系 1 0 6 は、その計測値及び主制御系 1 0 5 からの制御情報に基づいて不図示のリニアモータ等の駆動部を介してウエハステージ 1 8 a の動作を制御する。この際に、レチクル側及びウエハ側の干渉計の計測部 8, 2 2 は、真空紫外域の光束を吸収する気体を放出する部材 (電気回路用基板、電気配線等) を含むので、レチクル室 6 及びウエハ室 2 4 内に配置することは好ましくない。そこで、計測部 8, 2 2 は、それぞれ計測用のレーザービーム 9, 2 3 を透過するガラス基板よりなる窓部 7, 2 1 を介してレチクル室 6 及びウエハ室 2 4 の外側に配置している。

また、ウエハ室 2 4 の側面に開閉自在に開閉窓 2 5 が設けられ、開閉窓 2 5 の近傍にウエハ交換用のウエハローダ 2 6 が配置されている。

走査露光時には、ウエハステージ 1 8 a をステップ移動してウエハ 1 7 a 上の露光対象のショット領域を走査開始位置に移動した後、レチクルステージ 1 1 及びウエハステージ 1 8 a を介してレチクル 1 2 及びウエハ 1 7 a を投影光学系 P L の倍率 β を速度比として X 方向に走査するという動作がステップ・アンド・スキャン方式で繰り返されて、ウエハ 1 7 a 上の各ショット領域にレチクル 1 2 のパターン像が逐次転写される。

このような露光に際しては、レチクル 1 2 とウエハ 1 7 a との位置合わせを高精度に行う必要があるため、本例の投影露光装置にも不図

示であるが、レチクル12上のアライメントマークの位置を計測するレチクルアライメント顕微鏡（RA顕微鏡）、及びウエハ17a上のアライメントマークの位置を計測するアライメントセンサが備えられている。これらのRA顕微鏡及びアライメントセンサによるアライメントマークの位置計測に際して、上記の計測部8を備えるレチクル干渉計及び計測部22を備えるウエハ干渉計の計測値が用いられる。

なお、レチクル上に形成されたアライメントマークと、ウエハステージ上に設けられた基準マークとの位置合わせを投影光学系を介して行う場合には、後述する送風板15の開口を介して行われる。

さて、露光対象のウエハ17aの表面には、感光材料としてのフォトレジストが塗布されている。そして、上記の走査露光を行うと、露光光ILの光エネルギーにより、フォトレジストを構成する分子（主に有機分子）の結合が壊れ、その一部がいわゆる「脱ガス」としてウエハ17aの上部の空間に放出される。この脱ガスを放置すると、投影光学系PL中のレンズのうち、ウエハ17aに最も近いレンズLFの表面にその脱ガスが紫外光と反応して生成された曇り物質が堆積し、それに伴って、投影光学系PLの透過率が低下する。言い換えれば、ウエハ17a上での露光光ILの照度（露光強度）が低下する。その結果、そのフォトレジストに対して必要な露光量を得るためには、長い露光時間が必要となってスループットが低下する恐れがある。

そこで本例では、投影光学系PLとウエハ17aとの間に薄い平板状のステンレス等の金属製の開口板としての送風板15を設け、投影光学系PLとウエハ17aとの間の空間を送風板15によって投影光学系PL側の第1の空間S1と、ウエハ側の第2の空間S2とに大まかに分離している。但し、送風板15は、結像光束を遮らないように、露光光ILの光路の部分が開口部15aとなっていることは言うまでもない。また、送風板15と投影光学系PLとの間の側面部、及びその側面部と投影光学系PLの鏡筒14との間を覆うようにそれぞれ隔壁部16a及び16bが設けられ、送風板15及び隔壁部16

a, 16bよりなる送風室16で囲まれた第1の空間S1は、開口部15aを除いて密閉されている。また、第2の空間S2は、開口部15aを除いて送風室16の外表面、鏡筒14の外表面及びウエハ室24によって密閉されている。

更に、投影光学系PLによる露光領域（本例では光軸AXを中心としてY方向に細長い領域）を挟むように、即ちX方向に対向するように送風室16に排気口G1e及び給気口G1iが設けられている。そして、送風室16内の気体は連続的に、排気口G1e及び排気管109-1を介してガス純化装置45-1（詳細後述）に回収され、ガス純化装置45-1から露光ビームを透過する高純度の気体が連続的に給気管108-1及び給気口G1iを介して送風室16内に供給される。この際に、一例としてガス純化装置45-1による空間S1に対する気体（第1の気体）の単位断面面積当たりの流量に対して、ガス純化装置45-2による空間S2に対する気体（第2の気体）の単位断面面積当たりの流量は小さく設定されている。

このように、送風板15と投影光学系PL及び鏡筒14との間の空間S1に、投影光学系PLによる露光領域の上方を横切るようにX方向に送風を行うことで、ウエハ17aのフォトレジストから発生した脱ガスは効率よく風下側に運び去られて、排気口G1eからガス純化装置45-1に吸引される。従って、投影光学系PLのウエハ側のレンズLFの表面に曇り物質が付着することがなくなり、投影光学系PLの露光光ILに対する透過率は高く維持される。また、吸引された脱ガスを含む気体を補うように、ガス純化装置45-1から給気口G1iを介して空間S1内に、真空紫外光に対する吸収の少ない、高純度の窒素ガスやヘリウム等の希ガスが供給されているため、投影光学系PLとウエハ17aとの間の露光光ILの光路上での透過率も高く維持されて、ウエハ17a上で露光光ILの高い照度が得られる。

なお、露光領域よりも風下側には、送風板15は必ずしも設けなくとも良いが、脱ガス物質が、ウエハ17a上の他の部分に落下して、

その部分に悪影響を与える恐れもあるので、送風板 15 は風下側にも設けておくことが好ましい。ウエハ 17 a 上に発生する脱ガス物質を効率よく排出するために、ウエハ 17 a の表面と、送風板 15 との間隔は、5 mm 程度以下に設定することが望ましい。

但し、脱ガス物質のうちの或る程度は、ウエハ 17 a と送風板 15 との間の空間等を通してウエハ室 24 内に漏れ出してしまふ。従って、ウエハ室 24 内の気体についても、或る程度循環及び純化を行い、その不純物の混入率を所定の許容レベル（空間 S 1 内の許容レベルよりも高く設定されている）以下に維持する必要がある。そのため、上記のようにウエハ室 24 にもガス純化装置 45-2 から露光光 I L を透過する高純度の気体（第 2 の気体）を供給している。

また、ウエハ 17 a のフォトレジストから発生した脱ガスの一部が空間 S 1 を介して排出されずに、送風板 15 のウエハ側の面に不純物質が付着する可能性がある。そこで、送風板 15 は、交換可能に構成されることが望ましい。

更に、第 1 の空間 S 1 に供給する気体としては、窒素等の気体に比べて分子量が小さくて軽いヘリウムを使用し、第 2 の空間 S 2 に供給する気体としては窒素を使用することが望ましい。これは、ヘリウムを空間 S 1 に供給した場合、送風板 15 の開口を介して空間 S 2 に漏れる量が少ないため、ウエハ 17 a のレジストから発生した脱ガスを効率良く回収することができるためである。

本例のガス純化装置 45-1、45-2、45-5、並びに照明光学系用及び投影光学系用の不図示のガス純化装置より供給・排気装置 107 が構成され、供給・排気装置 107 は一例として床 104 の階下の機械室（露光装置本体が設置される空間とは異なる空間）内に収納されている。ガス純化装置 45-1、45-2、45-5 の構成は互いに同様であるため、それらを代表するガス純化装置 45 を用いてその構成を説明する。

図 2 は、ガス純化装置 45 及び対応するチャンバ 110（図 1 のレ

更に、図 1 に示すように、本例では送風板 15 を用いて空間 S 1 に局所的に露光光を透過する気体（第 1 の気体）を送風し、送風されて脱ガスを含む気体をガス純化装置 45-1 を用いて重点的に純化（不純物の除去）しているため、投影光学系 P L とウエハ 17 a との間の露光光を透過する気体の純度は高く維持される。従って、ウエハ室 24 内の空間 S 2 に送風される気体（第 2 の気体）の純化（不純物の除去）は、その空間 S 1 中に送風される第 1 の気体と比べて低いレベルで行うこともできる。この場合、ウエハ室 24 内の空間 S 2 に送風を行うガス純化装置 45-2 の不純物を除去する除去能力を、空間 S 1 に送風を行うガス純化装置 45-1 の不純物を除去する除去能力より低くすることができる。従って、ウエハ室 24 内の全体に一律に高純度の気体を送風する方式に比べて、露光光 I L を透過する高純度の気体の使用量は少なく済み、運転コストが低く抑えられる。

更に、空間 S 1 中では X 方向にほぼ一定速度で送風を行っているため、結像光束の光路上での屈折率分布がほぼ一様となり、結像特性も安定に維持される。

また、レチクル室 6 内に送風を行うガス純化装置 45-5 と、ウエハ室 24 内の空間 S 2 に送風を行うガス純化装置 45-2 とを共通化することも可能であり、これによって給排気装置 107 の構成を簡素化できる。

なお、上記のように送風板 15 とウエハ 17 a との間隔は、5 mm 程度以下が望ましいが、ウエハステージ 18 a（ウエハホルダ）上のウエハ 17 a の交換に際しては、ウエハ 17 a が上下動できるためのクリアランスが必要である。そこで、ウエハ交換を行うために、図 1 に破線で示すように、ウエハステージ 18 a 及びウエハ 17 a を投影光学系 P L の底部から離れた位置 18 b 及び 17 b に移動した状態では、送風板 15 は、位置 17 b のウエハより十分に離れた位置となっていることが望ましい。その状態で開閉窓 25 を開き、位置 17 b のウエハを上昇させてウエハローダ 26 の一つのアーム上の位置 1

7 c に受け渡した後、別のアーム（不図示）を介して未露光のウエハを位置 18 b のウエハステージ上に載置することによって、ウエハ交換が行われる。

なお、ウエハ 17 a の交換に際しては、ウエハローダ 26 や開閉窓 25 の動作、及び位置 17 b におけるウエハの上下動等は発塵の恐れが高いので、ウエハ交換位置は、図 1 の例のように送風室 16 内での局所的な送風、及びウエハ室 24 内の送風の風下側に設定することが望ましい。即ち、送風板 15 を用いた空間 S1 に対する第 1 の気体の送風、及び空間 S2 に対する第 2 の気体の送風は、何れもウエハロード位置（ウエハローダ 26）が風下側となるように、その反対側から行うことが望ましい。

また、ウエハ 17 a と送風板 15 との間隔を上記の通り 5 mm 程度以下に設定するには、ウエハ 17 a を保持するウエハホルダ上に例えば数 mm 程度以上の段差構造がある、即ちウエハ 17 a の表面より高い部分があることは好ましくない。従って、本例の投影露光装置では、そのウエハホルダの上面は可能な限り平坦として、ウエハ 17 a の表面より盛り上がった部分は設けないことが望ましい。

更に、ウエハ干渉計の移動鏡 19 a の上端の高さもウエハ 17 a の表面より低くすることが望ましい。しかしながら、移動鏡 19 a の上端をウエハ 17 a の表面より低くすると、計測用のレーザビームの照射位置がウエハ 17 a の表面からずれてしまい、ウエハステージ 18 a にピッチングやローリングが発生すると、計測誤差（いわゆるアップ誤差）が生じる。その計測誤差を補正するために、本例の移動鏡 19 a に照射される各レーザビームは、実際にはそれぞれ Z 方向に離れた 2 本のレーザビームよりなり、2 本のレーザビーム毎の X 座標又は Y 座標の計測値の差分を求めることで、ピッチングやローリングに伴う計測誤差を補正できるように構成されている。このような構成とすることにより、送風板 15 とウエハ 17 a との間隔を上記の 5 mm 程度よりも更に短くすることが可能となり、露光光路からの不純物除去

ット像と受光側スリット40との位置関係が変わるので、例えば受光側スリット40を振動させて、検出信号FSを同期整流することによって、ウエハ17aの光軸AX方向の位置（フォーカス位置）に応じて信号レベルが変化するフォーカス信号が得られる。露光時にはそのフォーカス信号よりウエハ17aのフォーカス位置が検出できる。

この場合、焦点検出用の光束のウエハ17aへの入射角の平均値は 80° 以上であり、投影光学系PLの開口数NAを最大値に近い0.80程度であるとする、投影光学系PLからウエハ17aに入射する結像光束の入射角の最大値は 55° 程度である。従って、焦点検出用の光束の入射角は結像光束の入射角よりもかなり大きくなるため、送風板15が単に中央に開口部15aを持つ金属製の平板であると、その光束は送風板15によって遮光されてしまう。

そこで、本例では送風板15を図3Bに示すように、2枚の送風板15b、15cに分割し、その隙間15dに沿って送光系30及び受光系31を配置し、焦点検出用の光束32、被検面からの反射光33、及び投影光学系PLからの結像光束がその隙間15dを通過するようにしている。この場合、ウエハ17a上の露光領域35は、長手方向が隙間15dに沿った方向に設定されている。そして、送風板15b、15cと投影光学系PL（鏡筒14）との間に送風される露光光を透過する気体は、送風板15b側を風上とし、矢印D1で示すように送風板15c側に送風する。これによって、露光光を透過する気体（上記の第1の気体）の内で送風板15b、15cの隙間15dから漏れ出る量が少なくなり、AFセンサの配置が容易になると共に、運転コストが低減される。

なお、複数の焦点検出用の光束を使用して、露光領域35の複数箇所のフォーカス位置を計測し、ウエハ面と投影光学系の像面との傾きを計測することも可能である。また、図3Bの風下側の送風板15cは、前述の通り脱ガス物質のウエハ17a上の他の場所への落下の防止にも有効であるが、前述の如く恒温化された第1の気体の送風は、

投影光学系の温度調整のためにも有効であり、露光領域 3 5 よりも風下側の投影光学系の鏡筒 1 4 にも、風上側と同様に恒温化された気体が流れていることが望ましい。従って、投影光学系の恒温化の観点からも、風下側の送風板 1 5 c は重要である。

次に、投影露光装置では、転写対象のレチクル及びウエハの位置決め精度を高めるために、レチクル及びウエハの表面に沿った方向（位置決め方向）の位置の計測精度を高める必要がある。前述の通り、図 1 において、レチクル 1 2 及びウエハ 1 7 a の位置決め方向の位置計測は、レーザ干渉計によって行われているが、真空紫外域の露光光を使用する投影露光装置において、レチクル 1 2 及びウエハ 1 7 a の配置される空間（レチクル室 6 内、ウエハ室 2 4 内）を希ガスで満たした場合、その希ガス、特にヘリウムは、その屈折率の変動量が少ないため、気圧変化及び温度変化に対する波長の変動量が少なく、干渉計による測長値に誤差が生じにくいと言う利点がある。

しかしながらその反面で、希ガス、特にヘリウムは、空気に含まれる他の気体（窒素、酸素）との屈折率差が大きいという問題がある。即ち、例えば概ねヘリウムで満たされた干渉計の光路に、窒素ガスが不純物として混入すると、干渉計の光路上の気体の屈折率が変動し、干渉計の測長値に誤差が生じてしまうことになる。

これを防止する 1 つの方法は、図 1 中のウエハ室 2 4 及びレチクル室 6 内に送風する気体中の、窒素（又は窒素、酸素、二酸化炭素の全部）の濃度を、変動量も含めて 2 0 p p m 以下に抑えることである。これを実現するには、図 2 のガス純化器 4 5 に窒素ガス濃度計と、窒素ガス除去フィルタ等とを設け、空間 S 内に送風される気体中の窒素ガスの濃度を所定レベル以下に制御する方式とすればよい。なお、酸素や二酸化炭素は、真空紫外光に対する吸収の強い気体であるため、その残留濃度は、露光光吸収の観点からも 2 0 p p m 以下に抑えるべきであり、ガス純化器 4 5 中の不純物除去フィルタ 4 8 が酸素や二酸化炭素の吸収機構としても作用している。

偏光ビームスプリッタ 28 a で反射された後、送風板 15 e に設けられた窓部 27 b を通り、ミラー 28 b で反射されて X 軸に沿って固定鏡 29 に入射する。また、移動鏡 19 d で反射された計測ビーム 23 a 及び固定鏡 29 で反射された参照ビーム 23 b はそれぞれ入射時の光路を逆に戻って同軸に合成されて計測部 22 に戻る。計測部 22 では、戻された計測ビーム 23 a 及び参照ビーム 23 b を検出して例えばヘテロダイン干渉方式で、固定鏡 29 を基準として移動鏡 19 d (即ち、ウエハステージ 20 及びウエハ 17 d) の X 方向 (走査方向) の位置を計測する。

本例では送風板 15 e とウエハ 17 d との間隔を狭くできるように、ウエハステージ 18 d 上の不図示のウエハホルダの表面、及び移動鏡 19 d の上面はウエハ 17 d の表面よりも低いほぼ同一平面上に配置されている。そのため、計測ビーム 23 a の高さはウエハ 17 d の表面よりも低くなり、ウエハステージ 18 d のピッチングによる計測誤差を補正するために、計測ビーム 23 a を Z 方向に離れた 2 本のビームとして、これらの 2 本のビーム毎に X 座標を求め、例えばこれらの X 座標の平均値をこれらの X 座標の差分より求めたピッチング量で補正することが望ましい。

このように計測部 22 は X 軸の計測部であるが、同様に Y 軸の計測部 (不図示) も設けられている。以上のように、本例でも投影光学系 PL とウエハ 17 d との間の空間は、送風板 15 e によって投影光学系 PL 側の第 1 の空間 S6 と、ウエハ側の第 2 の空間とに大まかに分離されている。また、計測ビーム 23 a 及び参照ビーム 23 b の光路は、隔壁 16 e, 16 f, 16 g 及び送風板 15 e によってほぼ囲まれている。

更に、第 1 の空間 S6 の +X 方向側の上端に排気口 G6 e が設けられ、-X 方向側の上端に給気口 G6 i が設けられ、排気口 G6 e 及び給気口 G6 i はそれぞれ排気管 109-6 及び給気管 108-6 を介して、図 1 のガス純化装置 45-1 に接続されており、空間 S6 内

の気体はガス純化装置 45-1 に吸引されて不純物が除去された後、必要に応じて露光光を透過する高純度の気体（窒素、又はヘリウム等の希ガス）が加えられて空間 S6 に送風される。本例の送風方向は計測ビーム 23a 及び参照ビーム 23b の光路に沿った X 方向、即ち走査露光時のウエハの走査方向に平行である。

本例において、給気口 G6i を介して供給された気体の一部の気体 G61 は、空間 S6 中の参照ビーム 23b の光路に沿って流れ、更に気体 G61 の一部の気体 G63 は送風板 15e と投影光学系 PL との間の空間を排気口 G6e 側に流れる。これによって、ウエハ 17d からの脱ガス物質が効率的に排気されることは図 1 の実施の形態と同様である。また、その供給された気体中の残りの気体 G62 は、送風板 15e と隔壁 16f との間を流れた後、計測ビーム 23a の光路の上下の気体 G64, G65 としてその光路に沿ってウエハステージ 18d 側に流れる。

この際に、送風される気体 G61, G63, G64, G65 の源は、共に給気部 G6i より送風される気体（第 1 の気体）であり、計測ビーム 23a 及び参照ビーム 23b の光路に送風される気体は、共に同じ濃度（混入率）の不純物（窒素ガス等）を含んでおり、屈折率も等しい。従って、ウエハ 17d（移動鏡 19d）の位置を、本例のように両光路の差として計測している限り、干渉計の光路上の窒素ガス濃度等の変動が位置計測値に悪影響を与えることは殆どない。更に、偏光ビームスプリッタ 28a から移動鏡 19d までの光路長と、偏光ビームスプリッタ 28a からミラー 28b を経て固定鏡 29 までの光路長とが等しくなり、いわゆるデッドパスが 0 になると、干渉計の光路上の窒素ガス濃度等の変動の悪影響は全くなくなる。

但し、上記のデッドパスが 0 となる条件は、ウエハステージ 18d（移動鏡 19d）の移動により成立しなくなるので、図 4A の実施の形態でも、給気口 G6i から供給される気体中の不純物の濃度は所定の許容値以下にすることが好ましい。例えばその不純物としての窒素

ガスの濃度の変動量は、100ppm程度以下に抑えることが好ましい。あるいは、この場合にも前述のように、窒素ガスの濃度を測定して、干渉計の光路上の屈折率変化分を計算により補正することも可能である。

同様に、図4Bは、本例のレチクル干渉計の光路を示し、この図4Bにおいて、レチクル室6内にレチクルベース10、レチクルステージ11、レチクル12及び投影光学系PLの鏡筒14の上端が収納されている。また、レチクルステージ11の端部、及び鏡筒14の上端にそれぞれ移動鏡13及び固定鏡51が固定され、移動鏡13及び固定鏡51の前方(+X方向)をU字型に覆うように上部の隔壁52、外側の隔壁53、及び内側の隔壁54が設置されている。

そして、レチクル室6の外部のレチクル干渉計のX軸用の計測部8から射出された計測用のレーザビーム9が、隔壁53の窓部55を通して偏光ビームスプリッタ50aに入射し、P偏光の計測ビーム9aはそのまま透過してX軸に沿って移動鏡13に入射し、S偏光の参照ビーム9bは偏光ビームスプリッタ50aで反射された後、プリズム型のミラー50bで反射されてX軸に沿って固定鏡51に入射する。移動鏡13で反射された計測ビーム9a及び固定鏡51で反射された参照ビーム9bはそれぞれ入射時の光路を逆に戻って同軸に合成されて計測部8に戻る。計測部8では、ウェハ干渉計と同様に、固定鏡51を基準として移動鏡13(即ち、レチクルステージ11及びレチクル12)のX方向(走査方向)の位置を計測する。このように計測ビーム9a及び参照ビーム9bの光路は、隔壁52、53、54によってほぼ囲まれている。

更に、隔壁52、53の境界部に給気口G7iが設けられ、不図示であるが、レチクルベース10の-X方向側に排気口が設けられ、これらの排気口及び給気口G7iはそれぞれ排気管及び給気管108-7を介して、図1のガス純化装置45-5に接続されており、レチクル室6内の気体はガス純化装置45-5に吸引されて不純物が除

去された後、必要に応じて露光光を透過する高純度の気体（窒素、又はヘリウム等の希ガス）が加えられて給気口 G 7 i から再供給される。本例の送風方向は計測ビーム 9 a 及び参照ビーム 9 b の光路に沿った X 方向、即ち走査露光時のレチクルの走査方向に平行である。なお、不図示であるが、Y 軸のレチクル干渉計も同様に配置されている。

本例において、給気口 G 7 i を介して供給された気体の一部の気体 5 6 は、計測ビーム 9 a の光路に沿って流れ、残りの気体 5 7 は、隔壁 5 3、5 4 の間を下方に流れた後、参照ビーム 9 b の光路に沿った気体 5 8 として投影光学系 P L 側に流れる。この際に、送風される気体 5 6、5 8 は、共に同じ濃度（混入率）の不純物（窒素ガス等）を含んでおり、屈折率も等しい。従って、レチクル 1 2 の位置を、本例のように両光路の差として計測している限り、干渉計の光路上の窒素ガス濃度等の変動が位置計測値に悪影響を与えることは殆どない。

ところで、走査露光型の露光装置では、図 1 においてレチクル 1 2 とウエハ 1 7 a との結像関係を保ったまま、双方をスキャンして露光を行う必要がある。そして、高精度な走査を実現するために、ウエハステージ 1 8 a 及びレチクルステージ 1 1 にはエアークベアリングが採用されている。エアークベアリングは、ベースとの接触面に噴気孔の設けられたエアークパッドに所定圧力の気体を供給し、前記噴気孔からベースにその気体を噴射させることでエアークパッドを浮上させ、エアークパッドとベースとの間の摩擦を低減させる機構である。この際に、エアークパッドは、ステージ可動部（レチクルステージ 1 1、ウエハステージ 1 8 a）の底面に固定される。なお、エアークベアリング自体には、加速機能はないので、加減速動作は、例えばリニアモータにより行う。

露光装置のウエハステージ 1 8 a 及びレチクルステージ 1 1 は、かなりの重量になるので、これを浮上させるには、そのエアークパッドに、かなりの流量の気体を送り込まなければならない。そして、通常のエアークベアリングを用いた場合には、その浮上用の気体は、そのエアーク

パッドから放出されてウエハ室 24 及びレチクル室 6 内に拡散していくことになる。従って、エアーパーッドに供給する気体は、露光光（本例では真空紫外光）の吸収が少ない気体でなければならないが、酸素や水蒸気等を十分に除去した気体を、ウエハステージ 18a 及びレチクルステージ 11 を浮上させるほどに大量に供給するものとする、給排気装置 107 の構成が大型化し複雑化して製造コストが上昇すると共に、運転コストもかなり高くなる。

そこで、上記の図 1 の実施の形態では、差動排気型のエアーパーッドを用いたエアーパーリング方式を採用している。

図 5 は、図 1 中のレチクルステージ 11 用の差動排気型のエアーパーッド 80 の部分（エアーパーリング装置）を示す拡大断面図であり、この図 5 において、気体源 81 から給気管 82 を介して供給される浮上用の気体（本発明の第 4 の気体に対応する）は、エアーパーッド 80 内の噴気孔 83 よりレチクルベース 10 上に噴射される。その一方で、エアーパーッド 80 の噴気孔 83 を囲む吸気溝 84 を排気管 85 を介して吸引ポンプ 86 に接続することによって、排気管 85 内を減圧し、噴気孔 83 より噴射された気体を、その周囲の吸気溝 84 より吸引して排気管 82 を介して排気する。

これによって、エアーパーッド 80 をレチクルベース 10 に対して間隔 d 、 e が数 μm 程度になる状態に浮上させ、かつ、その浮上用の気体をエアーパーッド 80 の外部に殆ど漏らさないことが可能になる。

以上により、本例のエアーパーリングで使用する気体が、露光光路に漏れることは殆ど無くなるので、本例においては、エアーパーリングで使用する浮上用の気体（例えば比較的純度の低い窒素ガス等）に対する不純物の濃度（混入率）の許容値を、大幅に上昇させることができコスト的に有利となる。あるいは、その浮上用の気体としては、例えば乾燥空気を使用することも可能であり、これによって一層のコストダウンが図れる。

なお、エアーパーリングからの気体の漏れを一層少なくするには、

装置本体に組み込み、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるウエハステージ（スキャン型の場合はレチクルステージも）を露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続する。また、投影光学系PLとウエハとの間に送風板を配置し、レチクル室6、ウエハ室24を構成する各隔壁等を組み付け、レチクル室6、ウエハ室24、投影光学系PLと送風板15との間に露光光が透過する気体を供給するためのガス供給管を接続し、また、その空間内の気体を排気するガス排気管を接続する。更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより、上記実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

《デバイス製造方法》

次に上述した露光装置をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

図6には、デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造例のフローチャートが示されている。図6に示されるように、まず、ステップ201（設計ステップ）において、デバイスの機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ202（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ203（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

次に、ステップ204（ウエハ処理ステップ）において、ステップ201～ステップ203で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ205（デバイス組立てステップ）において、ステップ204で処理されたウエハを用いてデバイス組立てを行う。このステップ205には、ダイシング工程、ボンディング工程、

の生産性を向上することができる。

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

09590591-101800

0609091-1018050

前記投影系と前記第２物体との間の空間を前記投影系側の第１の空間と前記第２物体側の第２の空間とに分けて、該第１及び第２の空間の境界部の少なくとも前記露光ビームが通過する領域に開口部を設け；

前記第 1 の空間側に前記露光ビームを透過する第 1 の気体を供給し；

前記第 1 の気体は、前記第 2 の空間側の第 2 の気体に比べて前記露光ビームを吸収する不純物の混入率が低い。

2. 請求項1に記載の露光方法において、

前記第 1 の空間において、前記第 1 の気体を一方向から送風することとを特徴とする露光方法。

3. 請求項1に記載の露光方法において、

前記露光ビームは波長180nm以下の真空紫外光であり、前記露光ビームを透過する第1又は第2の気体は希ガス又は窒素ガスであることを特徴とする露光方法。

4. 第1物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第2物体を露光する露光方法は、以下を備える：

前記第 1 物体又は前記第 2 物体を保持してベース部材上を移動するステージを前記露光ビームを透過する第 3 の気体が供給される空間内に配置し；

前記ステージを前記ベース部材上に第４の気体の噴射と該第４の気体の吸引とによって差動排気型で浮上させ；

前記第４の気体の前記露光ビームに対する吸収率の許容度を前記第３の気体よりも高く設定する。

５．請求項４に記載の露光方法において、

前記第３の気体と前記第４の気体とは、互いに異なる気体であることを特徴とする露光方法。

６．第１物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第２物体を露光する露光方法は、以下を含む：

前記第１物体又は前記第２物体と共に移動するステージと所定の参照部材とにそれぞれ計測用ビーム及び参照ビームを照射して、前記参照部材に対する前記第１物体又は前記第２物体の位置を計測し、；

前記計測用ビーム及び前記参照ビームの光路を互いに前記露光ビームを吸収する不純物の混入率が同程度の気体の雰囲気にする。

７．第１物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第２物体を露光する露光方法は、以下を含む：

前記投影系と前記第２物体との間の空間を前記投影系側の第１の空間と前記第２物体側の第２の空間とに分けて、該第１及び第２の空間の境界部のうち、少なくとも前記露光ビームが通過する領域に開口部を設け；

前記第１の空間に前記露光ビームを透過する気体を送風し；

前記露光ビームを照射することにより発生する前記第２物体からの物質を、前記第１の空間で送風される前記気体を介して、前記露光ビームの光路中から排出することを特徴とする露光方法。

８．第１物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第２物体を露光する露光方法は、以下を含む：

前記投影系と前記第２物体との間の空間を前記投影系側の第１の

空間と前記第 2 物体側の第 2 の空間とに分けて、該第 1 及び第 2 の空間の境界部のうち、前記第 1 物体又は前記第 2 物体の位置を検出するための検出ビームが通過する領域に開口を設け；

前記第 1 の空間に前記露光ビームが透過する気体を供給する。

9．第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第 2 物体を露光する露光方法は、以下を含む：

前記投影系と前記第 2 物体との間の空間を前記投影系側の第 1 の空間と前記第 2 物体側の第 2 の空間とに分け；

前記第 1 の空間の不純物の混入率を、前記第 2 の空間の不純物の混入率より低くする。

10．第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置は、以下を含む：

前記投影系と前記第 2 物体との間に配置されて、前記露光ビームを通過させるための開口が形成された開口板；、

該開口板と前記投影系との間の第 1 の空間に前記露光ビームを透過する第 1 の気体を供給する第 1 の気体供給機構；

前記開口板と前記第 2 物体との間の第 2 の空間に供給され、前記露光ビームを透過すると共に、前記第 1 の気体に比べて前記露光ビームを吸収する不純物の混入率が異なるように第 2 の気体の環境を制御する環境制御機構。

11．請求項 10 に記載の露光装置において、

前記第 2 物体を囲む第 2 の空間を、前記開口板の開口を除いて実質的に密閉するチャンバを設け；

前記環境制御機構は、該チャンバ内に前記露光ビームを透過する第 2 の気体を供給する第 2 の気体供給機構を有し；

前記第 1 の気体供給装置は前記第 1 の気体を前記第 1 の空間内で

一方向に供給し；

前記第 1 の気体は、前記第 2 の気体に比べて前記露光ビームを吸収する不純物の混入率が低いことを特徴とする露光装置。

1 2．第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置は、以下を含む：

前記第 1 物体又は前記第 2 物体を保持してベース部材上を移動するステージ；、

該ステージを囲む空間を実質的に密閉するチャンバ；

該チャンバ内に前記露光ビームを透過する第 3 の気体を供給する気体供給装置；

前記ステージを前記ベース部材上に第 4 の気体の噴射と該第 4 の気体の吸引とによって差動排気型で浮上させるエアベアリング装置；

前記第 4 の気体の前記露光ビームに対する吸収率の許容度を、前記第 3 の気体よりも高く設定する設定装置。

1 3．第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置は、以下を備える：

前記第 1 物体又は前記第 2 物体と共に移動するステージ；

前記投影系に対して静止している参照部材；

前記ステージ及び前記参照部材にそれぞれ計測用ビーム及び参照ビームを照射して、前記参照部材に対する前記第 1 物体又は前記第 2 物体の位置を計測する干渉計；

前記計測用ビーム及び前記参照ビームの光路に互いに前記露光ビームを吸収する不純物の混入率が同程度の気体を供給する気体供給装置。

1 4．第 1 物体のパターンを通過した露光ビームで投影系を介して第

2 物体を露光する露光装置は、以下を備える：

前記投影系と前記第 2 物体との間に配置されて、前記第 1 物体又は前記第 2 物体の位置を検出するための検出ビームを通過させるための開口が形成された開口板；

前記開口板と前記投影系との間の第 1 の空間に前記露光ビームを透過する第 1 の気体を供給する第 1 の気体供給機構。

15. デバイスパターンをワークピース上に転写する工程を含むデバイス製造方法であって、

請求項 1 に記載の露光方法を用いて、前記デバイスパターンを前記ワークピース上に転写する。

ABSTRACT

真空紫外域の露光光 I L のもとで、レチクル 1 2 のパターンの像が投影光学系 P L を介して、ウエハ室 2 4 内のウエハステージ 1 8 a 上のウエハ 1 7 a に投影される。投影光学系 P L とウエハ 1 7 a との間に、露光光の光路が開口部 1 5 a とされた送風板 1 5 を設置し、送風板 1 5 より上の第 1 の空間 S 1 中の気体を排気口 G 1 e から排気して純化した後、給気口 G 1 i から再び空間 S 1 中に送風することによって、ウエハ 1 7 a からの脱ガスを効率的に排気する。送風板 1 5 より下の第 2 の空間 S 2 内には、第 1 の空間 S 1 内の気体に比べて不純物の濃度の許容度が緩く管理された気体を供給する。

これにより、露光光として真空紫外光を使用する場合でも、光路上での透過率の低下を抑制して、高い露光強度が得られる。

0390594-101800